

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 8 - 2 8 7 4 4 0

(43) 公開日 平成 8 年 (1996) 11 月 1 日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	弁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B 5/60			G 1 1 B 5/60	C
C 2 3 F 4/00			C 2 3 F 4/00	A
G 1 1 B 21/21	1 0 1		G 1 1 B 21/21 1 0 1	P

審査請求 未請求 請求項の数 2 0

O L

(全 1 2 頁)

(21) 出願番号 特願平 7-91196

(22) 出願日 平成 7 年 (1995) 4 月 17 日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号

(72) 発明者 豊口 卓

神奈川県川崎市中原区上小田中 1015 番地
富士通株式会社内

(72) 発明者 山本 尚之

神奈川県川崎市中原区上小田中 1015 番地
富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 岡本 啓三

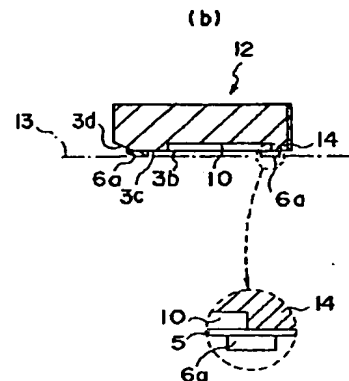
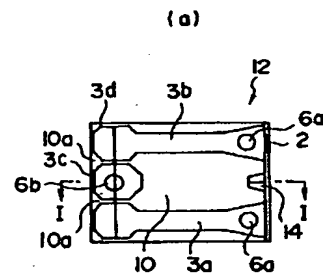
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 記録装置、ヘッドスライダ及びその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 コンタクト・スタート・ストップ (CSS) 方式の磁気ヘッドスライダに関し、浮上の開始、停止の際の動作をより安定化すること。

【構成】 磁気媒体 1 3 の回転による浮力発生のためのレール面 3 b, 3 c と、前記レール面 3 b, 3 c のうち空気流の流入端寄りに形成された第 1 の突起 6 b と、前記レール面 3 b, 3 c のうち空気流の流出端寄りに形成された第 2 及び第 3 の突起 6 a とを含む。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】浮力発生のためのレール面と、
前記レール面のうち空気流の流入端寄りに形成された第 1 の突起と、

前記レール面のうち空気流の流出端寄りに形成された第 2 及び第 3 の突起とを有することを特徴とするヘッドスライダ。

【請求項 2】前記第 1 の突起は中央、前記第 2 及び第 3 の突起は両側寄りに形成されていることを特徴とする請求項 1 記載のヘッドスライダ。

【請求項 3】前記レール面は、前記第 1 の突起が形成されたセンターレール面と、前記第 2 及び第 3 の突起が形成された 2 つのサイドレール面を有することを特徴とする請求項 1 記載のヘッドスライダ。

【請求項 4】前記センターレール面は前記流入端寄りに存在し、前記サイドレール面は前記流入端から前記流出端に向かって延在していることを特徴とする請求項 3 記載のヘッドスライダ。

【請求項 5】浮力発生のためのレール面と、前記レール面のうち空気流の流入端寄りに形成された第 1 の突起と、前記レール面のうち空気流の流出端寄りに形成された第 2 及び第 3 の突起とを有するヘッドスライダと、前記ヘッドスライダに取付けられたトランスジューサと、前記トランスジューサに対向して配置される記録媒体とを有することを特徴とする記録装置。

【請求項 6】浮力発生のためのレール面となる基板面の上に、中間層を介して突起形成用膜を形成する工程と、前記突起形成用膜のうち突起形成部を第一のマスクにより覆う工程と、

前記中間層よりも前記突起形成用膜のエッチングレートを高くする第 1 のエッチングガスを供給して、前記第一のマスクに覆われない前記突起形成用膜を除去し、前記第一のマスクの下の前記突起形成用膜から突起を形成する工程とを有することを特徴とするヘッドスライダの製造方法。

【請求項 7】前記突起を形成した後に、空気流の流れに沿った凹部を形成する位置に相当する領域に窓を有する浮上面形状の第二のマスクを前記基板面と前記第一のマスクの上に形成する工程と、

前記窓を通して前記中間層及び前記基板面をエッチングして、前記基板面に凹部を形成してレール面を形成する工程と、

前記第一のマスクと前記第二のマスクを同時に除去する工程とを有することを特徴とする請求項 3 記載のヘッドスライダの製造方法。

【請求項 8】前記第一のマスクと前記第二のマスクを同時に除去した後に、レール面の最表面である前記中間層を保護する保護膜を形成する工程を有することを特徴とする請求項 4 記載のヘッドスライダの製造方法。

【請求項 9】浮力発生のためのレール面となる基板面の上に、該レール面を保護する保護膜を形成する工程と、前記保護膜の上に中間層を介して突起形成用膜を形成する工程と、

前記突起形成用膜のうち突起形成部を第一のマスクにより覆う工程と、

前記中間層よりも前記突起形成用膜のエッチングレートを高くする第 1 のエッチングガスを供給して、前記第一のマスクに覆われない前記突起形成用膜を除去し、前記第一のマスクの下の前記突起形成用膜に突起を形成する工程と、

10 前記保護膜よりも前記中間層のエッチングレートを高くする第 2 のエッチングガスを供給して、前記突起に覆われない領域にある前記中間層をエッチングして除去する工程とを有することを特徴とするヘッドスライダの製造方法。

【請求項 10】前記中間層をエッチングした後に、空気流の流れに沿った凹部を形成する位置に相当する領域に窓を有するレール面形状の第二のマスクを前記基板面と前記第一のマスクの上に形成する工程と、

前記窓を通して前記保護膜及び前記基板面をエッチングして、前記基板面に凹部を形成する工程と、

前記第一のマスクと前記第二のマスクを同時に除去する工程とを有することを特徴とする請求項 6 記載のヘッドスライダの製造方法。

【請求項 11】前記保護膜は、ダイヤモンドライクカーボン、酸化アルミニウム、酸化シリコンのいずれかの膜であることを特徴とする請求項 5 又は 6 記載のヘッドスライダの製造方法。

30 【請求項 12】前記第一のマスクは、フィルム状のレジストを露光、現像することにより形成されていることを特徴とする請求項 3 又は 6 記載のヘッドスライダの製造方法。

【請求項 13】前記第二のマスクは、フィルム状のレジストを露光、現像することにより形成され、該フィルム状のレジストを積層する前に前記第一のマスクをエッチングして $10 \mu\text{m}$ 以下の厚さにする工程を有することを特徴とする請求項 3 間 6 記載のヘッドスライダの製造方法。

40 【請求項 14】前記第二のマスクは、液状のレジストをベーク、露光、現像することにより形成されることを特徴とする請求項 3 間 6 記載のヘッドスライダの製造方法。

【請求項 15】前記中間層はシリコン層、前記突起形成用膜はダイヤモンドライクカーボン膜であり、前記第 1 のエッチングガスは酸素プラズマであることを特徴とする請求項 3 又は 6 記載のヘッドスライダの製造方法。

50 【請求項 16】前記保護膜はダイヤモンドライクカーボン、酸化アルミニウム、酸化シリコンのいずれかの膜であり、前記中間層はシリコン層であり、前記第 2 のエッ

チングガスはCF₄。プラズマであることを特徴とする請求項6記載のヘッドスライダの製造方法。

【請求項17】浮力発生のためのレール面と該レール面に形成された突起を有するスライダと、前記スライダの空気流流出端に取付けられたトランスジューサと、前記トランスジューサ及び前記トランスジューサに対向して配置される記録媒体とを有する記録装置において、前記スライダが前記記録媒体から浮上している状態において、前記空気流流出端寄りの前記突起の浮上量が前記トランスジューサの浮上量よりも大きくなっていることを特徴とする記録装置。

【請求項18】浮力発生のためのレール面と該レール面に形成された突起を有するスライダと、該スライダを支持する支持パネとを有する記録装置において、前記支持パネによって与えられる押しつけ荷重が2 gf以下であることを特徴とする記録装置。

【請求項19】浮力発生のためのレール面と該レール面に形成された突起とトランスジューサを含む質量が6 mg以下であることを特徴とするヘッドスライダ。

【請求項20】浮力発生のためのレール面と該レール面に形成された突起を有するスライダにおいて、負圧を発生させる領域を有することを特徴とするヘッドスライダ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、記録装置、ヘッドスライダ及びその製造方法に関し、より詳しくは磁気記録装置や光記録装置のような記録装置と、この装置に使用されるコンタクト・スタート・ストップ(CSS)方式のヘッドスライダ及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】磁気ディスク装置においては、浮動型ヘッドを用いるCSS方式が採用されることが多い。CSS方式は、磁気ディスク装置の停止時及び起動時に磁気ヘッドを磁気ディスクの面に接触させ、情報の記録又は再生の時には磁気ディスク表面から磁気ヘッドのスライダを浮上させるものである。浮上した磁気ヘッドのスライダは、サスペンションによって支持されながら磁気ディスク面の上方を移動される。そのスライダには、一般に読出し用及び書込み用の磁気ヘッド素子が取付けられる。

【0003】磁気ヘッドのスライダが浮上するのは、磁気ディスクの回転によって磁気ディスク表面に生じる空気流の作用、即ち磁気ディスク表面での動圧空気軸受けの原理によるものである。スライダを浮上させるために、スライダのうち磁気ディスクに対向する側の面に空気流により浮上力を発生する凸部が形成してあり、空気流の流入端にテーパを形成する構造を有している。その凸部は、一般にレール面(浮上面)と呼ばれる。

【0004】そのスライダのレール面は、磁気ディスク

の起動時(立ち上がり時)と停止時(立ち下がり時)に磁気ディスクに摺接する。そこで、磁気ディスク面の磨耗や損傷を防止するために、磁気ディスクの記録層の上にはカーボン等の硬い材料からなる保護膜を形成している。また、その保護膜上に潤滑層を形成して保護膜の摩擦及び磨耗を低減し、保護膜の耐久性を向上している。

【0005】また、磁気ディスク装置の高記録密度化及び小型化に伴って、磁気ヘッドと磁気ディスクとの浮上量(スペーシング量)を小さくする傾向にある。浮上量を小さくしようとする場合には、浮上状態の磁気ヘッドと磁気ディスクとの接触を回避するために磁気ディスクの表面の粗さをできるだけ小さくする必要がある。しかし、磁気ディスクの停止状態においては、磁気ディスクの表面が平滑になるほど磁気ディスクとスライダとの接触面積が大きくなってスライダと磁気ディスクの吸着が生じ易くなってしまふ。

【0006】そのような吸着の力が大きければ、磁気ディスクを回転させるスピンドルモータの始動時の負荷が大きくなったり、また、磁気ディスクの回転起動の際にスライダ支持用のサスペンションや磁気ヘッド素子や磁気ディスク記録層が破損し易くなる。そのような吸着力を小さくするために、磁気ヘッドのスライダのうちの磁気ディスクと対向するレール面(空気軸受面)に突起を設けて磁気ディスクとの接触面積を小さくすることが、例えば特開昭63-37874号公報に記載されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】磁気ディスク装置の小型化に伴ってスライダの平面サイズは2mm四方又はそれ以下と小さくなっているため、突起が形成されるレール面の幅も数百μm程度となる。また、浮上量は100nm以下となっている。このため、レール面のエッチング時間の制御によって突起の高さを精度良く調整することは難しくなり、歩留りが低下するといった問題がある。また、スライダの浮上開始又は浮上停止の際の安定動作をさらに向上するために、突起の高さを精度良く形成するとともに突起の配置等の適正化を図る必要がある。

【0008】スライダに関しては、光ディスク装置でも、磁気ディスク装置と同じような状況下にある。本発明はこのような問題に鑑みてなされたものであって、浮上の開始、停止の際の動作をより安定化するとともに、突起を歩留り良く形成できるヘッドスライダ及びその製造方法と、そのようなヘッドスライダを備えた記録装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記した課題は、図4に例示するように、浮力発生のためのレール面3b、3cと、前記レール面3b、3cのうち空気流の流入端寄りに形成された第1の突起6bと、前記レール面3b、3cのうち空気流の流出端寄りに形成された第2及び第3

の突起 6 a とを有することを特徴とするヘッドスライダによって解決する。

【0010】または、前記第 1 の突起 6 b は中央、前記第 2 及び第 3 の突起 6 a は両側寄りに形成されていることを特徴とするヘッドスライダによって解決する。または、前記レール面 3 b、3 c は、前記第 1 の突起が形成されたセンターレール面 3 c と、前記第 2 及び第 3 の突起が形成された 2 つのサイドレール面 3 b を有することを特徴とするヘッドスライダにより解決する。

【0011】または、前記センターレール面 3 b、3 c は前記流入端寄りに存在し、前記サイドレール面 3 b、3 c は前記流入端から前記流出端に向かって延在していることを特徴とするヘッドスライダにより解決する。または、図 4 に例示するように、浮力発生のためのレール面 3 b、3 c と、前記レール面 3 b、3 c のうち空気流の流入端寄りに形成された第 1 の突起 6 b と、前記レール面 3 b、3 c のうち空気流の流出端寄りに形成された第 2 及び第 3 の突起 6 a とを有するヘッドスライダ 1 2 と、前記ヘッドスライダ 1 2 に取付けられたトランスジューサ 2 とを有することを特徴とする記録装置によって解決する。

【0012】上記した課題は、図 2、図 3 に例示するように、浮力発生のためのレール面 3 となる基板面 3 a の上に中間層 5 を介して突起形成用膜 6 を形成する工程と、前記突起形成用膜 6 のうち突起形成部を第一のマスク 7 により覆う工程と、前記中間層 5 よりも前記突起形成用膜 6 のエッチングレートが高くする第 1 のエッチングガスを供給して、前記第一のマスク 7 に覆われない前記突起形成用膜 6 を除去し、前記第一のマスク 7 の下の前記突起形成用膜 6 から突起 6 a を形成する工程とを有することを特徴とするヘッドスライダの製造方法によって解決する。

【0013】または、前記突起 6 a を形成した後に、空気流の流れに沿った凹部 1 0 を形成する位置に相当する領域に窓 9 a を有する浮上面形状の第二のマスク 9 を前記基板面 3 a と前記第一のマスク 7 の上に形成する工程と、前記窓 9 a を通して前記中間層 5 及び前記基板面 3 a をエッチングして、前記基板面 3 a に凹部 1 0 を形成してレール面 3 b を形成する工程と、前記第一のマスク 7 と前記第二のマスク 9 を同時に除去する工程とを有することを特徴とするヘッドスライダの製造方法によって解決する。

【0014】または、前記第一のマスク 7 と前記第二のマスク 9 を同時に除去した後に、レール面 3 b の最表面となる前記中間層 5 を保護する保護膜 1 1 を形成する工程を有することを特徴とするヘッドスライダの製造方法によって解決する。上記した課題は、図 6、図 7 に例示するように、浮力発生のためのレール面となる基板面 3 a の上に、該レール面を保護する保護膜 1 5 を形成する工程と、前記保護膜 1 5 の上に中間層 5 を介して突起形

成用膜 6 を形成する工程と、前記突起形成用膜 6 のうち突起形成部を第一のマスク 7 により覆う工程と、前記中間層 5 よりも前記突起形成用膜 6 のエッチングレートを高くする第 1 のエッチングガスを供給して、前記第一のマスク 7 に覆われない前記突起形成用膜 6 を除去し、前記第一のマスク 7 の下の前記突起形成用膜 6 から突起 6 a を形成する工程と、前記保護膜 1 5 よりも前記中間層 5 のエッチングレートを高くする第 2 のエッチングガスを供給して、前記突起 6 a に覆われない領域にある前記中間層 5 をエッチングして除去する工程とを有することを特徴とするヘッドスライダの製造方法によって達成する。

【0015】または、前記中間層 5 をエッチングした後に、空気流の流れに沿った凹部 1 0 を形成する位置に相当する領域に窓 9 a を有するレール面形状の第二のマスク 9 を前記基板面 3 a と前記第一のマスク 7 の上に形成する工程と、前記窓 9 a を通して前記保護膜 1 5 及び前記基板面 3 a をエッチングして、前記基板面 3 a に凹部 1 0 を形成する工程と、前記第一のマスク 7 と前記第二のマスク 9 を同時に除去する工程とを有することを特徴とするヘッドスライダの製造方法によって達成する。

【0016】または、前記保護膜 1 5 はダイヤモンドライクカーボン、酸化アルミニウム、酸化シリコンのいずれかの膜であり、前記中間層 5 はシリコン層であり、前記第 2 のエッチングガスは CF₄、プラズマであることを特徴とするヘッドスライダの製造方法によって達成する。上記したヘッドスライダの製造方法において、前記保護膜 1 1、1 5 は、ダイヤモンドライクカーボン、酸化アルミニウム、酸化シリコンのいずれかの膜であることを特徴とする。

【0017】上記したヘッドスライダの製造方法において、前記第一のマスク 7 は、フィルム状のレジストを露光、現像することにより形成されていることを特徴とする。上記したヘッドスライダの製造方法において、前記第二のマスク 9 は、フィルム状のレジストを露光、現像することにより形成され、該フィルム状のレジストを積層する前に前記第一のマスク 7 をエッチングして 10 μm 以下の厚さにする工程を有することを特徴とする。

【0018】上記したヘッドスライダの製造方法において、前記第二のマスク 9 は、液状のレジストをベーク、露光、現像することによって形成されることを特徴とする。上記したヘッドスライダの製造方法において、前記中間層 5 はシリコン層、前記突起形成用膜 6 はダイヤモンドライクカーボン膜であり、前記第 1 のエッチングガスは酸素プラズマであることを特徴とする。

【0019】または、図 5 に示すように、浮力発生のためのレール面 3 b と該レール面 3 b に形成された突起 6 a、6 b を有するスライダと、前記スライダの空気流流出端に取付けられたトランスジューサ 2 と、前記レール面 3 b 及び前記トランスジューサ 2 に対向して配置され

る記録媒体13とを有する記録装置において、前記スライダが前記記録媒体13から浮上している状態で、前記空気流出端寄りの前記突起6a、6bの浮上量が前記トランスジューサ2の浮上量よりも大きくなっていることを特徴とする記録装置によって解決する。

【0020】または、浮力発生のためのレール面3bと該レール面3bに形成された突起6a、6bを有するスライダ12と、該スライダ12を支持する支持バネ20とを有する記録装置において、前記支持バネによって与えられる押しつけ荷重が2gf以下であることを特徴とする記録装置によって解決する。または、浮力発生のためのレール面3bと該レール面3bに形成された突起とトランスジューサ2を含む質量が6mg以下であることを特徴とするヘッドスライダによって解決する。

【0021】または、浮力発生のためのレール面3bと該レール面3bに形成された突起6a、6bを有するスライダ12において、負圧を発生させる領域を有することを特徴とするヘッドスライダにより解決する。

【0022】

【作 用】本発明のヘッドスライダによれば、記録媒体から浮上するレール面上に形成される突起を空気流流入端寄りに1つ、空気流流出端寄りに2つ形成している。これにより、突起を結ぶ線は三角形状になるので、記録媒体の回転が停止している状態では、スライダは記録媒体上に安定に載置されることになる。また、スライダが記録媒体から浮上する際には、空気流の流入端側の突起が流出端側の突起よりも早く浮上するので、浮上初期において流出端側の複数の突起によってスライダは記録媒体上で安定に載置される。しかも、空気流の流入端側の突起は1個なので、その流入端側での突起と記録媒体とのトータルな接触面積は小さくなり、その流入端側のスライダと記録媒体との吸着力が小さくなって浮上し易くなる。

【0023】また、本発明のヘッドスライダの製造方法によれば、レール面上の突起形成用膜をフォトリソグラフィによりパターンニングして突起を形成する場合に、突起形成用の膜とレール面の間にエッチングストップ層となる中間層を介在させている。このため、突起の高さは突起形成用膜の厚さによって決まることになり、突起の高さを精度良く形成できる。

【0024】そのような中間層が汚染され易い材料から形成される場合には、突起に覆われない中間層を選択的にエッチングして除去するか、或いは突起を形成した後に保護膜によって覆うことにより、中間層が汚染されなくなる。また、突起形成用の第一のマスクをフィルム状のレジストから形成すると、そのマスクの厚さが均一になるため、突起を精度良く形成できる。

【0025】さらに、レール面が形成される基板面の間に凹部を形成して凸状のレール面を形成する際に突起形成用の第一のマスクを除去せずに、突起を含む領域を第

二のマスクで覆ってレール面の周囲の基板面をエッチングするようにしている。これにより、エッチング終了後に第一及び第二のマスクを一括して除去でき、フォトリソグラフィの工程は短縮化される。この場合に、凸状のレール面を形成するための第二のマスクをフィルム状のレジストから形成する場合には、突起形成用の第一のマスクを10μm以下にする。これにより、第一のマスクと第二のマスクの間に気泡が入ることが阻止され、エッチング時のレール面形状不良の発生を防止できる。

10 【0026】

【実施例】そこで、以下に本発明の実施例を図面に基づいて説明する。

（第1実施例）本発明の第1実施例に係る磁気ヘッドの製造工程を図1、図2に基づいて説明する。

【0027】まず、図1(a)に示すように、アルミナチタンカーバイド($\text{Al}_2\text{O}_3\text{TiC}$)、フェライト或いはチタン酸カルシウムなどの材料からなるウェハ1の主面に磁気トランスジューサ2を縦横に複数個形成する。磁気トランスジューサ2は、例えば磁気抵抗効果素子、インダクタンス素子などからなり、1対の端子に接続されている。

【0028】次に、ダイシングソーを用いてウェハ1を図1(a)の破線に沿って切断することにより、磁気トランスジューサ2を複数の列に分割する。これにより、図1(b)に示すように、磁気トランスジューサ2が一列に並んだ棒状体3が1枚のウェハ1から複数個得られる。この棒状体3は、複数の分割されて磁気ヘッドのスライダとなるので、予め空気流の流入端側にテーパを予め形成しておく。

30 【0029】続いて、図1(c)に示すように、ホルダー4の上に複数の棒状体3を載置、固定する。この場合、磁気トランスジューサ2が形成された面を横向きにし、磁気トランスジューサ2の書込み及び読出し側の端部を上側にする。これにより、棒状体3の磁気トランスジューサ2が形成されてない面（以下、基板面という）3aが上向きになる。なお、ホルダー4の周囲は段状になっていて棒状体3の移動を規制している。

40 【0030】次に、図2(a)に示すように、棒状体3の基板面3a上にシリコン膜（中間層）5を5nmの厚さに形成し、さらにシリコン膜5の上にダイヤモンドライカーボン（以下、DLCという）膜6を30nmの厚さに形成する。シリコン膜5は、DLC膜6と棒状体3との密着性を向上するために介在されている。なお、これらの膜は、スパッタ法又はCVD法によって形成する。

【0031】続いて、ラミネータを用いて第一のフィルムレジスト7をDLC膜6の上に積層する。この後に、第一のフィルムレジスト7を露光、現像することにより、図2(b)に示すように、第一のフィルムレジスト7を磁気ディスクと磁気ヘッドの接触部分となる突起形成部分に円形状に残す。パターンニングの形状は、ここで円

形としたが、浮上時の空気流を乱さない形状であれば楕円形や放物線形など、他の形状でもかわまない。パターンニングされた第一のフィルムレジスト7は第一のマスクとして使用される。

【0032】なお、図中符号8は、ラミネータのローラを示している。次に、図2(c)に示すように、第一のマスク7から露出したDLC膜6を酸素プラズマによりエッチングし、パターンニングされたDLC膜6をスライド上の突起6aとして使用する。DLC膜6の厚さは突起6aの高さとなる。このパターンニング工程において、酸素プラズマによるシリコン膜5のエッチングレートは極めて小さいか零であるために、シリコン膜5は棒状体3上にそのまま残存する。これによりDLC膜6のエッチング深さの管理が容易になる。

【0033】この後に、図2(d)に示すように、再びラミネータを使用して第二のフィルムレジスト9を棒状体3上に積層し、これにより第一のフィルムレジスト7、シリコン膜5及び突起6aを覆う。ついで、第二のフィルムレジスト9を露光、現像し、これにより少なくとも棒状体3の幅方向に延びる略ストライプ状の窓9aを磁気トランスジューサ2の両側に形成する。これにより、図3(a)に示すように、第二のフィルムレジスト9は、磁気トランスジューサ2から延びる領域と磁気トランスジューサ2の間の中央を通る領域とに残される。第二のフィルムレジスト9が残される領域には突起6aが存在する。

【0034】次に、ストライプ状の第二のフィルムレジスト9を第二のマスクとして使用し、この第二のマスクの窓9aを通してシリコン膜5と基板面3aをイオンミリングによりエッチングして凹部10を形成する。これにより、図3(b)に示すように、少なくとも磁気トランスジューサ2から延びる領域と、2つの磁気トランスジューサ2の間の領域とに残された基板面3aは、凹部10によって仕切られることになる。凹部10の両側の凸状の基板面3a又はその上のシリコン膜5が、レール面3bとなる。

【0035】次に、図3(c)に示すように、第一及び第二のフィルムレジスト7、9を除去した後に、DLC、 SiO_2 、 Al_2O_3 などからなる保護膜11をスパッタ又はCVDにより形成し、棒状体3の突起6aが形成されている側の面を保護膜11により覆う。保護膜11の下層には、保護膜11の密着性を向上させるためのシリコン膜又はシリコンカーバイド膜などからなる密着層を形成してもよい。

【0036】保護膜11は、トランスジューサ2のレール面3b側への露出部を保護するとともに、レール面3bの最表面となるシリコン膜5の汚染を防止する機能を有する。汚染物としては、磁気ディスクから飛散する潤滑剤、突起から発生した炭素などがある。この後に、1つおきに凹部10にダイシングソーを入れて棒状体3を

複数に分割して、図3(d)に示すような磁気ヘッドのスライダ12の形状にする。

【0037】以上のように、本実施例では、DLC膜6をフォトリソグラフィ法によりパターンニングして、これをレール面3b上の突起6aとして適用しているので、突起6aとしての加工が容易になり、大きさや位置の精度が向上する。また、突起6aを形成する際にマスクとして膜厚のバラツキが少ないフィルムレジスト7を使用しているので、突起6aの寸法精度が良く、しかも量産性が向上する。フィルムレジストの代わりに液状のレジストを使用すると、棒状体3上でのレジストの膜厚のバラツキが大きくなり、露光、現像後のパターン精度が悪くなり、ひいては突起6aの寸法の精度も低下する。

【0038】さらに、本実施例では、レール面3b上に突起6aを形成した後に、突起6aから離れた領域に凹部10を形成しているので、第一のフィルムレジスト7を除去せずにその上に第二のフィルムレジスト9を積層することができ、フィルムレジストの除去工程が1回で済むために工程が短くなる。これによって形成された磁気ヘッドのスライダ12の具体的例を示すと図4のようになる。図4において、レール面3b、3上の保護膜11は省略している。

【0039】このスライダ12において、磁気ディスク（磁気記録媒体）13に対向する側のスライダ12の面には、その両側の縁部に沿って2つの略ストライプ状のレール面3bが突出し、また、それらのストライプ状のレール面3bの間の凹部10のうち空気流の流入端側には島状のレール面3bが存在する。ストライプ状のレール面3bのうち空気流の流出端寄りには、上記した工程によって突起6aが1つずつ形成されている。また、島状のレール面3cには1つの突起6bが形成されている。これにより、突起6aを結ぶ線は三角形になるので、磁気ディスクの回転が停止している状態では、スライダ12は磁気ディスク13上に安定に載置されることになる。なお、3つの突起6a、6bは同一工程において形成される。

【0040】また、スライダ12が磁気ディスク13から浮上する際には、空気流の流入端側の突起6bが流出端側の突起6aよりも早く浮上するので、浮上初期において流出端側の2つの突起6aによってスライダ12は磁気ディスク13上で安定である。しかも、空気流の流入端側の突起6bが1つであるので、停止状態での磁気ディスク13と突起6a、6bのトータルな接触面積、即ち吸着力は小さくなり、円滑な起動が行われる。

【0041】ところで、空気流の流入端側では、島状のレール面3cとストライプ状のレール面3bの間に狭いスリット10aが存在している。これにより、スライダ12の凹部10における圧力は、空気流の流入端側よりも流出端側の方が小さくなるので、浮上状態にあるスラ

イダ12は流出端側が磁気ディスク13に最も近くなる。この結果、流出端に形成された磁気トランスジューサ2と磁気ディスク12の間隙が小さくなる。

【0042】スライダ12の凹部10の空気流の流出端寄りには幅の狭い島状の突出部14が形成され、その大きさをえることにより空気流の流出端側の圧力を調整することが可能となる。なお、図4において、符号3dは、テーパ面を示している。ところで、浮上状態のスライダ12の傾きなどの一例を次に説明する。

【0043】スライダ12が浮上している状態において、空気流流出端寄りの突起6aの浮上量は、磁気トランスジューサ2の浮上量又はスライダ12の空気流流出端の浮上量よりも大きくなるのが好ましい。このような浮上量は、図5に示すように、スライダ12の傾斜角 θ と、空気流流出端からその近傍の突起6a中心までの距離Lと、突起6aの高さhを調整することによって得られる。

【0044】これは、スライダ浮上状態において、レール面3bに形成された突起6aを磁気トランスジューサ2よりも磁気ディスク13側に突出させると、スライダ12と磁気ディスク13の距離は突起6aの浮上量によって決まるので、磁気トランスジューサ2と磁気ディスク13との距離を十分に小さくできなくなるからである。

【0045】一方、レール面3b上に突起6aを形成すると、スライダ2と磁気ディスク13との接触面積は減るが、その反対に接触面の圧力が増加して接触部分の磨耗が激しくなる。このために、スライダ12と磁気ディスク13の接触状態で、支持バネ20によるスライダ12の磁気ディスク13への押しつけ荷重を2gf、望ましくは1gf以下に小さくする必要がある。押しつけ荷重を小さくするためには、また、磁気トランスジューサ2を含むスライダ12の質量を6mg以下、好ましくは2mg以下にする必要がある。また、押しつけ荷重を小さくするためには、負圧部分を設けるのが有利である。負圧部分としては、例えば図4に示すようなスリット10aの空気流流出端側の領域や、レール面内に形成される凹部領域のようなものがある。

【0046】磁気トランスジューサ2の浮上量を可能な限り小さくすることにより、記録再生に有利になり、磁気記録装置の高記録密度が可能になる。例えば、図5において、直径66 μ mの突起6aを有し且つサイズ1.25 \times 1 \times 0.3mm、質量1.5mgのスライダにおいては、傾斜角 θ を0.006 $^\circ$ 、距離Lを350 μ m、突起高さhを30nmとすると突起6aよりも磁気トランスジューサ2の浮上量Gが小さくなる。この場合、磁気トランスジューサ2の浮上量Gを50nmとする。

【0047】このようなスライダ12の傾き、突起高さなどの条件は、図4に示すように突起が3つ形成されたものに限るものではない。

(第2実施例) 本発明の第2実施例に係る磁気ヘッドの製造工程を図6、図7に基づいて説明する。

【0048】まず、第1実施例と同様に、図1(c)のように磁気トランスジューサ2が形成された棒状体3をホルダー4の上に載置、固定する。ここまでの工程は、第1実施例と同じであるので省略する。次に、図6(a)に示すように、棒状体3のレール面が形成される側の面(以下、基板面という)3a上にDLC、SiO₂、Al₂O₃などからなる保護膜15を10nm以下の厚さに形成し、保護膜15の上にシリコン膜5を5nmの厚さに形成し、さらにシリコン膜5の上にDLC膜6を30nmの厚さに形成する。これらの膜は、スパッタ法、CVD法により形成する。

【0049】保護膜15は、磁気トランスジューサ2の基板面3a側への露出部と後述するレール面3bとを覆い保護するために形成されるものである。続いて、ラミネータを用いて第一のフィルムレジスト7をDLC膜5の上に積層する。この後に、第一のフィルムレジスト7を露光、現像し、図6(b)に示すように、第一のフィルムレジスト7を磁気ディスクと磁気ヘッドの接触部分となる突起形成部分に円形状に残す。パターニングされた第一のフィルムレジスト7は第一のマスクとして使用される。

【0050】次に、図6(c)に示すように、第一のマスク7から露出したDLC膜6を酸素プラズマによりエッチングし、パターニングされたDLC膜6を突起6aとして使用する。DLC膜6の厚さは突起6aの高さとなる。酸素プラズマによるDLC膜6のエッチング深さの誤差は ± 10 nm程度であるので、エッチング時間により突起6aの高さを制御することは困難である。しかし、シリコン膜5は酸素プラズマによりエッチングされないもので、エッチングストパーとして機能し、エッチングの管理が容易になる。

【0051】なお、保護膜15がDLCにより形成されている場合でも、シリコン膜5の存在により酸素プラズマによる保護膜15のエッチングが防止される。突起6aの周囲に露出したシリコン膜5は、潤滑剤、炭素などにより汚染され易いので、除去する必要がある。そこで、突起6aを形成した後に、図6(d)に示すように、CF₄プラズマによりマスク7から露出したシリコン膜5を除去する。CF₄プラズマでは保護膜15は殆どエッチングされないもので、シリコン膜5のエッチング深さの制御を時間で行う必要はなく、プロセスを簡略化できる。

【0052】この後に、図7(a)に示すように、再びラミネータを使用して第二のフィルムレジスト9を棒状体3の上に積層し、これにより第一のフィルムレジスト7、保護膜15、突起6aなどを覆う。ついで、第二のフィルムレジスト9を露光、現像し、これにより少なくとも棒状体3の幅方向に延びる略ストライプ状の窓9aを磁気トランスジューサ2の両側に形成する。これによ

り、図 7 (b) に示すように、第二のフィルムレジスト 9 は、磁気トランスジューサ 2 から延びる領域と磁気トランスジューサ 2 の間の中央を通る領域に残される。第二のフィルムレジスト 9 が残される領域には突起 6 a が存在する。

【0053】次に、ストライプ状の第二のフィルムレジスト 9 から第二のマスクを形成し、この第二のマスクの窓 9 a を通して DLC 膜 1 5 と基板面 3 a をイオンミリングによりエッチングして凹部 1 0 を形成する。これにより、図 7 (c) に示すように、少なくとも磁気トランスジューサ 2 から延びる領域と、磁気トランスジューサ 2 の間から延びる領域に凸状に残された基板面 3 a 又は DLC 膜 1 5 が浮上面（レール面）3 b となる。

【0054】図 7 (d) に示すように、第一及び第二のフィルムレジスト 7, 9 を除去した後に、1 つおきに凹部 1 0 にダイシングソーを入れて棒状体 3 を複数に分割し、これにより磁気ヘッドのスライダ 1 6 の形状にする。以上のように、本実施例でも、フォトリソグラフィにより DLC 膜 6 をパターンニングすることによりレール面 3 b に突起 6 a を形成しているの、突起 6 a の大きさや形成位置の精度が向上する。

【0055】また、突起 6 a を形成する際に膜厚のバラツキが少ないフィルムレジスト 7 を使用しているの、突起 6 a の寸法精度が良く、しかも量産性が向上する。さらに、本実施例でも、レール面 3 a 上に突起 6 a を形成した後で、突起 6 a から離れた領域に凹部 1 0 を形成しているの、第一のフィルムレジスト 7 を除去せずにその上に第二のフィルムレジスト 9 を積層しても支障がなく、フィルムレジストの除去工程が 1 回で済むために工程が短くなる。

【0056】本実施例では、第 1 実施例と異なり、レール面 3 b 側での磁気トランスジューサ 2 の露出部とレール面 3 b とを覆う保護膜 1 5 を、シリコン膜 5 を形成する前に形成しているの、1 つのスパッタ成膜装置によって連続して保護膜 1 5 が形成でき、第 1 実施例に比べて膜形成の手間がかからなくなる。なお、保護膜と棒状体との間に炭化シリコン (SiC) 膜又はシリコン (Si) 膜を介在させると、保護膜と棒状体との密着性が高くなる。

（その他の実施例）上記した実施例では、突起 6 a, 6 b を形成する際に使用した第一のフィルムレジスト 7 からなる円形状又は楕円形状などのパターンを除去せずに、その上に第二のフィルムレジスト 9 を積層している。その第一のパターンが厚くその径が 60 μm 以上となる場合には、第二のフィルムレジスト 9 を形成した後に円形状の第一のフィルムレジスト 7 の回りには環状の気泡が発生する。この気泡が、凹部 1 0 を形成しようとする領域にかかる、ドライエッチングによる凹部 1 0 の形状（残そうとするレール面 3 a のパターンの形状）が不良となり、歩留り低下の原因になる。

【0057】このような気泡は、第一のフィルムレジスト 7 の厚さが 10 μm 以下の場合にはほとんど発生しない。突起 6 a を形成した後に第一のフィルムレジスト 7 が 10 μm 以上となる場合には、突起 6 a を形成した後にさらに酸素プラズマを供給し続けて第一のフィルムレジスト 7 を薄層化すればよい。また、上記した実施例では、磁気ヘッドのスライダに凹部 1 0 を形成する際にフィルムレジストを使用しているが、その代わりに液状のレジストを塗布、ベークしたものを使用してもよい。これは、寸法の許容誤差が、突起 6 a, 6 b よりも凹部 1 0 の方が大きいからである。

【0058】上記した突起を形成するための材料としては、磁気ディスクとの摺動に耐えうる硬さのものであればよく、DLC に限定されるものではない。上記した実施例では突起 6 a を形成した後に凹部 1 0 を形成しているが、凹部 1 0 を形成した後に突起 6 a を形成してもよい。この場合、突起 6 a を形成する前に、凹部 1 0 の形成に使用するレジストを除去する必要がある。なお、上記した浮上型のスライダは、光情報の読出し又は書込みのための素子を取付けて光記録装置に用いてもよい。この場合、スライダの空気流の流出端又はその近傍に光情報の読出し又は書込み用のトランスジューサを取り付けることになる。

【0059】

【発明の効果】以上述べたように本発明のヘッドスライダによれば、記録媒体から浮上するレール面上に形成される突起を空気流流入端寄りに 1 つ、空気流流出端寄りに 2 つ形成しているの、突起を結ぶ線は三角形になり、記録媒体の回転が停止している状態で、スライダを記録媒体上に安定に載置できる。しかも、スライダが記録媒体から浮上する際には、空気流の流入端側の突起が流出端側の突起よりも早く浮上するので、浮上初期において流出端側の 2 つの突起によってスライダを記録媒体上で安定に支持できる。さらに、空気流の流入端側の突起が 1 つなので、その流入端側での突起と記録媒体との接触面積は小さくなり、その流入端側のスライダと記録媒体との吸着力を小さくして浮上し易くできる。

【0060】また、本発明のヘッドスライダの製造方法によれば、中間層を介してレール面の上に突起形成用膜を形成し、中間層をエッチングストップ層として使用して突起形成用膜をフォトリソグラフィによりパターンニングして突起を形成しているの、突起の高さを突起形成用膜の厚さによって決めることができ、突起の高さの精度を高めることができる。

【0061】また、レール面に凹部を形成する際に、突起形成用のマスクを除去せずに、突起を含む領域をマスクで覆ってレール面をエッチングするようにしているので、2 つのマスクを一括して除去でき、フォトリソグラフィの工程を短縮化することができる。この場合、凹部を形成するためのマスクをフィルム状のレジストから

形成する場合には、突起形成用のマスクを $10\mu\text{m}$ 以下にする。これにより、マスクとマスクの間に気泡が入ることを防止できる。

【0062】そのような中間層が汚染され易い材料から形成される場合には、突起に覆われない中間層を選択的にエッチングして除去するか、或いは突起を形成した後、保護膜によって覆っているのを、中間層を汚染できる。また、突起を形成する際のマスクをフィルム状のレジストから形成するようにしているのを、そのマスクの厚さが均一になり、ひいては突起を精度良く形成でき

【図面の簡単な説明】

【図1】図1(a)は、トランスジューサが形成されたウェハを示す斜視図、図1(b)は、ウェハを分割した棒状体を示す斜視図、図1(c)は、棒状体をホルダーに収納した状態を示す斜視図である。

【図2】図2(a)～(d)は、本発明の第1実施例のヘッドスライダの形成工程を示す側面図（その1）である。

【図3】図3(a)～(d)は、本発明の第1実施例のヘッドスライダの形成工程を示す側面図（その2）である。

【図4】図4(a)は、本発明の第1実施例のヘッドスライダの一例を示す上面図、図4(b)は、そのI-I線断面図である。

【図5】図5は、本発明の第1実施例のヘッドスライダの浮上状態を示す側面図である。

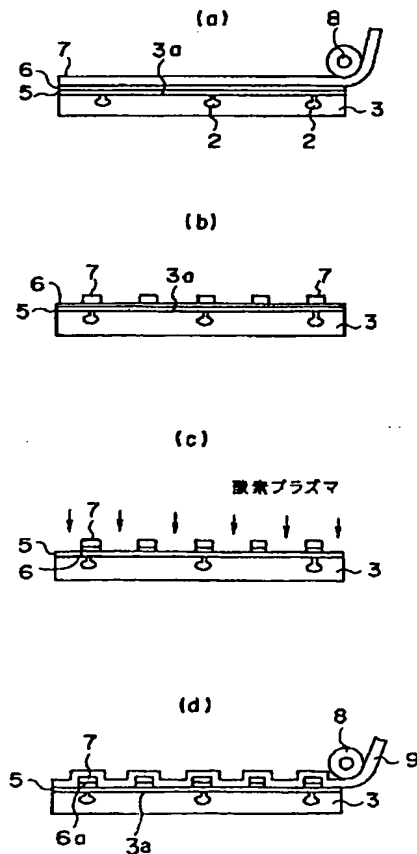
【図6】図6(a)～(d)は、本発明の第2実施例のヘッドスライダの形成工程を示す側面図（その1）である。

【図7】図7(a)～(d)は、本発明の第2実施例のヘッドスライダの形成工程を示す側面図（その2）である。

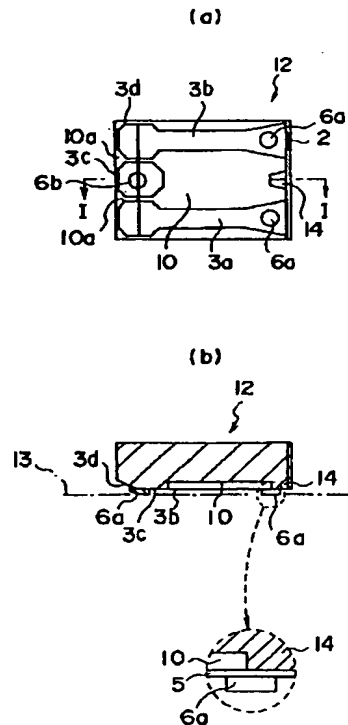
【符号の説明】

- 1 ウェハ
- 2 磁気トランスジューサ
- 3 棒状体
- 3a 基板面
- 3b, 3c レール面
- 4 ホルダー
- 5 シリコン層（中間層）
- 6 DLC膜（突起形成用膜）
- 6a, 6b 突起
- 7, 9 フィルムレジスト
- 10 凹部
- 11, 15 保護膜
- 12, 16 スライダ
- 13 磁気ディスク（記録媒体）
- 14 突出部

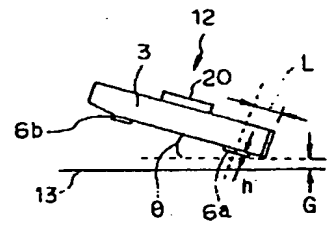
【図2】



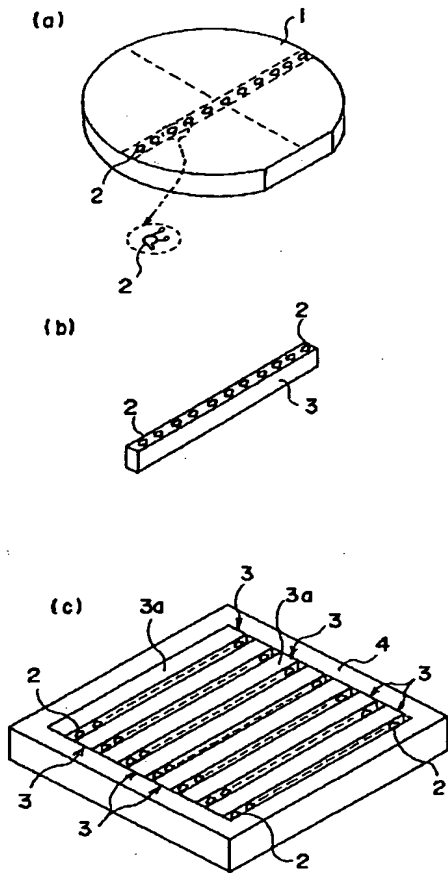
【図4】



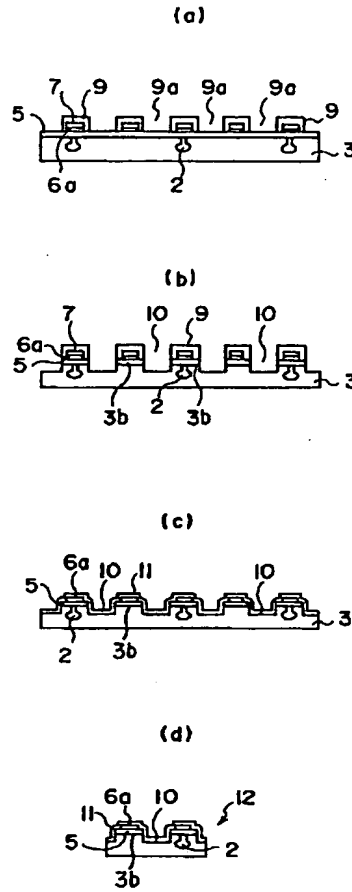
【図5】



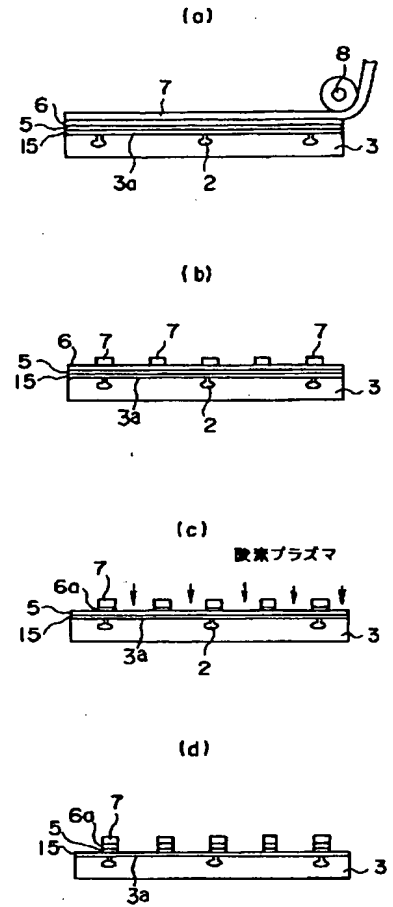
【図 1】



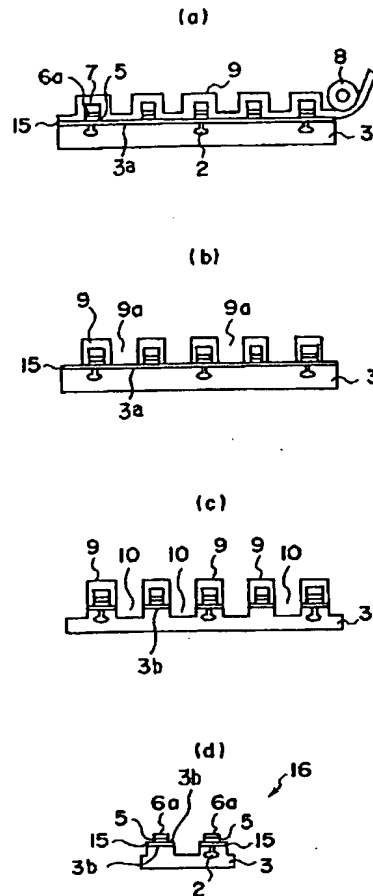
【図 3】



【図 6】



【図 7】



【手続補正書】

【提出日】平成 7 年 8 月 2 5 日

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項 7

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項 7】前記突起を形成した後に、空気流の流れに沿った凹部を形成する位置に相当する領域に窓を有する浮上面形状の第二のマスクを前記基板面と前記第一のマスクの上に形成する工程と、
 前記窓を通して前記中間層及び前記基板面をエッチングして、前記基板面に凹部を形成してレール面を形成する工程と、
 前記第一のマスクと前記第二のマスクを同時に除去する工程とを有することを特徴とする請求項 6 記載のヘッドスライダの製造方法。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項 8

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項 8】前記第一のマスクと前記第二のマスクを同時に除去した後に、レール面の最表面である前記中間層を保護する保護膜を形成する工程を有することを特徴とする請求項 7 記載のヘッドスライダの製造方法。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項 10

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項 10】前記中間層をエッチングした後に、空気流の流れに沿った凹部を形成する位置に相当する領域に窓を有するレール面形状の第二のマスクを前記基板面と前記第一のマスクの上に形成する工程と、
 前記窓を通して前記保護膜及び前記基板面をエッチングして、前記基板面に凹部を形成する工程と、

前記第一のマスクと前記第二のマスクを同時に除去する工程とを有することを特徴とする請求項 9 記載のヘッドスライダの製造方法。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項 1 1

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項 1 1】前記保護膜は、ダイヤモンドライクカーボン、酸化アルミニウム、酸化シリコンのいずれかの膜であることを特徴とする請求項 6 又は 9 記載のヘッドスライダの製造方法。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項 1 2

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項 1 2】前記第一のマスクは、フィルム状のレジストを露光、現像することにより形成されていることを特徴とする請求項 6 又は 9 記載のヘッドスライダの製造方法。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項 1 3

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項 1 3】前記第二のマスクは、フィルム状のレジストを露光、現像することにより形成され、該フィルム状のレジストを積層する前に前記第一のマスクをエッチングして 10 μm 以下の厚さにする工程を有することを

特徴とする請求項 6 又は 9 記載のヘッドスライダの製造方法。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項 1 4

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項 1 4】前記第二のマスクは、液状のレジストをベーク、露光、現像することにより形成されることを特徴とする請求項 6 又は 9 記載のヘッドスライダの製造方法。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項 1 5

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項 1 5】前記中間層はシリコン層、前記突起形成用膜はダイヤモンドライクカーボン膜であり、前記第 1 のエッチングガスは酸素プラズマであることを特徴とする請求項 6 又は 9 記載のヘッドスライダの製造方法。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項 1 6

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項 1 6】前記保護膜はダイヤモンドライクカーボン、酸化アルミニウム、酸化シリコンのいずれかの膜であり、前記中間層はシリコン層であり、前記第 2 のエッチングガスは CF_4 プラズマであることを特徴とする請求項 9 記載のヘッドスライダの製造方法。

フロントページの続き

(72)発明者 笠松 祥治
神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内

(72)発明者 横畑 徹
神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内